Journal of Agroecology
Homepagehttps://agry.um.ac.ir/

Research Article
Vol. 15, No. 1, Spring 2023, p. 75-88

Spatial Distribution Maps of Horticultural and Agricultural Crops Land Generating at the Country Scale for Iran

Seyyed Majid Alimagham[1], Afshin Soltani[2*], Amir Dadrasi[3] and Alireza Nehbandani[4]

Received: 05-03-2022
Revised: 23-08-2021
Accepted: 11-09-2021
Available Online: 11-09-2021

How to cite this article:
Alimagham, S.M., Soltani, A., Dadrasi, A., & Nehbandani, A. (2023). Spatial distribution maps of horticultural and agricultural crops land generating at the country scale for Iran. *Journal of Agroecology*. *15*(1), 75-88.
DOI: 10.22067/agry.2021.69619.1033

Introduction

There are only a limited number of maps available regarding the distribution of agricultural and horticultural lands in the country. The existence of these maps can play an important role in various fields such as agricultural planning and development, climate change assessment, yield gap, and food security analysis, livestock production systems management, ecosystem service, fertilizer use management, agricultural optimal cropping pattern determination and other studies related to agriculture, forestry, and rangeland. For example, one of the relevant applications of these maps is their use in combination with climate zoning maps and soil maps to select the target meteorological stations in plant production simulation studies with different practical purposes. The SPAM project (Spatial Production Allocation Model) in IFPRI (International Food Policy Institute) is the main source of these kinds of maps. The accuracy of SPAM maps is acceptable at providence or higher scales because they are prepared based on provincial data. However, these maps may not be precise on a smaller scale than the province. The SPAM data bank does not cover all main crops and none of the horticultural plants. Therefore, in this study, the land use maps of 33 main agricultural and horticultural plants were produced at the country scale using the simplified SPAM method. Materials and Methods: To generate these maps, a spatial overlay of land distribution (total rainfed land raster, total irrigated land raster, and total garden products raster for target crop) with polygon boundaries of cities was produced in ArcGIS. The value of the pixels in each county must be calculated in the created map. To do this, first, the number of pixels with land in each county was counted on this map. Then the area under cultivation of the target plant in each county was divided by the number of pixels counted in the same county. The number obtained in each county was considered as the pixel value of the land in that county for the target plant. The assumptions about the production of distribution maps for each plant in rainfed and irrigated Conditions are 1- To generate the distribution maps of each rainfed or irrigated annual plant; it is assumed that the distribution of the land of the given crop is the same as the distribution of all rainfed or irrigated lands within each county. It should be noted that this assumption can be incorrect if only the land distribution of the crop is considered in a particular crop year. Due to crop rotation, the distribution of a crop in the lands of a county changes every year. If the land distribution of a particular crop in a county is considered for a period of 3 years or more, the probability of target crop planting within each part of the county lands will be high. Because in the present study, information from the period 2014 to 2016 has been used, it is assumed that during this period, the distribution of lands the target rainfed and irrigated is similar to the distribution of total rainfed and irrigated lands in the given county. 2- In the case of horticultural crops that are perennial, it is assumed that the gardens of the target crop are distributed uniformly in the horticultural lands

1- Ph.D, Graduated of Agroecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
2- Professor, Department of Agriculture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
3- Ph.D Graduated of Agronomy, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran.
4- Ph.D, Graduated of Agroecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
(*- Corresponding author's Email: Afshin.Soltani@gmail.com)

of that county. Therefore, the distribution of a particular horticultural crop in a county was similar to that of the total distribution of horticultural lands in that county.

Results and Discussion

The findings of this study suggest that SPAM2005 maps for various crops in Iran were less accurate than SPAM2010 maps at the province level. While the area of crops in SPAM maps was similar to statistical data at the province level, the spatial distribution of crops required modification. This issue became apparent when the grassland distribution map was compared with the crops SPAM maps, indicating that some crop land in SPAM maps was incorrectly located where grasslands should be. The approach used in this study resolved this problem and generated new spatial distribution maps for crops with higher accuracy.

Conclusion

This study utilized county-level data from over 400 counties to produce more accurate maps than the original SPAM maps. The advantages of the maps produced in this study compared to SPAM maps are (1) The use of up-to-date crop area information to generate the maps; (2) The use of crop area data at the county scale to increase map accuracy; (3) The application of country-specific land distribution maps to generate the maps; and (4) The production of distribution maps for all major horticultural and agricultural crops in the country, creating a comprehensive database in this field.

Keywords: Agronomy, Data bank, Horticulture, Land use map, SPAM map

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱٤۰۲، ص ۸۸-۷۵

تهیه نقشه‌های پراکنش سطح زیرکشت گیاهان باغی و زراعی در سطح کشوری برای ایران

سید مجید عالی‌مقام[1]، افشین سلطانی[2]*، امیر دادرسی[3] و علیرضا نه‌بندانی[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۰

چکیده

وجود پراکنش اراضی زیرکشت، می‌تواند اهمیت زیادی در مطالعات و تصمیمات کلان کشوری در زمینه‌های مختلف مانند برنامه‌ریزی و توسعه کشاورزی، ارزیابی اثرات تغییر اقلیم، بررسی خلأ عملکرد و امنیت غذایی، مدیریت سیستم‌های تولید دام، خدمات اکوسیستم‌ها، مدیریت مصرف کود، تعیین الگوی کشت و سایر مطالعات در بخش‌های کشاورزی، جنگل‌داری و مرتع‌داری داشته باشد. یکی از کاربردهای مهم این نقشه‌ها استفاده از آن‌ها در ترکیب با نقشه‌های پهنه‌بندی اقلیمی و نقشه‌های خاک برای انتخاب ایستگاه هواشناسی در مطالعات شبیه‌سازی تولید گیاهی است. منبع اصلی این نقشه‌ها در سطح دنیا، پروژه SPAM مؤسسه IFPRI می‌باشد. نقشه‌های SPAM در مقیاس استانی برای کشور تهیه شده‌اند. بنابراین، در سطح استانی و بالاتر از دقت خوبی برخوردارند، ولی در مقیاس کوچک‌تر ممکن است همراه خطا باشند. پروژه SPAM فاقد نقشه پراکنش برای بسیاری از گیاهان است. در این مطالعه با استفاده از روش ساده شده SPAM به تولید نقشه‌های پراکنش ۳۳ گیاه مهم زراعی و باغبانی کشور اقدام شد. نقشه‌های حاصل در این مطالعه در مقایسه با نقشه‌های اصلی SPAM دقت بالاتری داشتند. مزایای نقشه‌های تولید شده در این مطالعه نسبت به نقشه‌های SPAM به این شرح می‌باشند: (۱) به‌روزتر بودن اطلاعات سطح زیرکشت مورد استفاده برای تولید نقشه‌ها (۲) استفاده از داده سطح زیرکشت با مقیاس کوچک‌تر (در سطح شهرستان)، (۳) توجه به کاربری کنونی اراضی مختص کشور در تولید نقشه‌های پراکنش در مطالعه حاضر (۴) تولید نقشه پراکنش برای همه گیاهان مهم در کشور بر مبنای روش ارایه شده در مطالعه حاضر.

واژه‌های کلیدی: باغبانی، بانک داده، زراعت، نقشه کاربری اراضی، نقشه SPAM

مقدمه

هر سال در وزارت کشاورزی، آماری از مقدار تولید، سطح زیرکشت و عملکرد در واحد سطح محصولات گیاهی مختلف از سراسر کشور تهیه می‌شوند. هر چند این داده‌ها بسیار ارزشمند هستند، امّا هیچ اطلاعاتی در خصوص نحوه پراکنش جغرافیایی اراضی محصولات مختلف در اختیار کاربران نمی‌گذارد. در کشور، خلأ اطلاعاتی بزرگی در خصوص نحوه پراکنش اراضی به تفکیک محصولات مختلف وجود دارد. وجود این نقشه‌ها، اهمیت زیادی در مطالعات و تصمیمات کلان کشوری از قبیل نحوه توسعه اقتصادی روستاها و شهرها (Nelson, 2002)، اثرات تغییراقلیم (Nelson et

۱- فارغ‌التحصیل دکتری، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳- فارغ‌التحصیل دکتری، گروه زراعت، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، رفسنجان، ایران.
۴- فارغ‌التحصیل دکتری، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: Afshin.Soltani@gmail.com)
DOI: 10.22067/agry.2021.69619.1033

Lobell et al., 2008al., 2010;)، وضعیت خلأ عملکرد و امنیت غذایی کشور (Hertel, 2011)، مدیریت سیستم‌های تولید دام (Robinson et al., 2011)، ارزیابی خدمات اکوسیستم (Nelson et al., 2011) و مدیریت مصرف کود (Liu et al., 2010) دارد.

روش‌های متعددی جهت تهیه نقشه‌های پراکنش گیاهی وجود دارند. این روش‌ها شامل:

(۱) نقشه‌برداری زمینی،

(۲) نقشه‌برداری هوایی،

(۳) تصاویر ماهواره‌ای و

(۴) تخصیص سطح زیرکشت به لایه‌های رستری در نرم‌افزار ArcGIS بر اساس اطلاعات سطح زیرکشت‌های جمع‌آوری شده توسط مراکز تحقیقاتی و جهاد کشاورزی می‌باشد.

هر یک از این روش‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارا می‌باشند. به مجموعه عملیات نقشه‌برداری که اندازه‌گذاری آن روی سطح زمین انجام گیرد، نقشه‌برداری زمینی گفته می‌شود (Mobasheri et al., 2007). البته در بعضی موارد، برای تعیین موقعیت، بعد زمان نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. نقشه‌برداری زمینی وقت‌گیر و پرهزینه بوده و به مهارت‌های خاص نیاز دارد. همچنین گردآوری این اطلاعات همواره دارای خطای بسیاری می‌باشد. از این رو، روش‌های نوین همانند نقشه‌برداری هوایی ابداع شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌هایی مانند دید وسیع، یکپارچه، هزینه و زمان کم، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف تابشی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، پوشش تکراری و امکان به‌کارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها موجب شده که در دنیا با استقبال خاصی روبرو شود و با استفاده از آن بتوان طیف وسیعی از پروژه‌ها را در سطح جهانی، منطقه‌ای، ملی، استانی و محلی به نتیجه رساند. لذا عدم پردازش و استخراج اطلاعات گوناگون از درون لایه-های اطلاعاتی متفاوتی که این گونه جمع‌آوری می‌شود به نوعی اتلاف منابع و داده‌ها است، امّا پردازش تصاویر ماهواره‌ای و طبقه‌بندی آن ها یعنی نمونه‌برداری از سطح محدودی از تصویر و تعمیم آن به کل تصویر در یک زمان کوتاه، کمک شایانی به صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های پروژه‌ها خواهد نمود (Ziari, 2002). این روش نیز معایبی دارد که از آن جمله می‌توان به حجم بالای تصاویر ماهواره‌ای، عدم دسترسی راحت به تصاویر ماهواره‌ای در سطح وسیع مانند سطح کشور (به‌خصوص برای کشوری مانند ایران که به‌دلیل مسایل سیاسی و تحریم، دسترسی به این تصاویر به آسانی انجام نمی‌شود)، دشواری تفکیک طیف‌های نوری در تصاویر ماهواره‌ای و همچنین عدم تشخیص راحت نوع محصول اشاره نمود.

اخیرا در مؤسسه IFPRI[1]، رهیافتی مبتنی بر ارزش‌دهی به پیسکل‌ها براساس سطح زیرکشت محصولات در لایه‌های رستری اقدام به تخمین و تولید نقشه پراکنش شده است که خروجی این کار به نقشه‌های SPAM[2] موسوم بوده و روشی نسبتاً دقیق و کم‌هزینه‌ای جهت تولید نقشه پراکنش محصولات مختلف می‌باشد. نقشه‌های SPAM در چهار مرحله تهیه می‌شوند (You & Wood, 2004; You et al., 2006; You et al., 2014; http://mapspam.info/methodology):

تهیه و جمع‌آوری آمار سطح زیرکشت،

دریافت تصاویر پوشش سطح زمین و مکان‌هایی که زمین‌های زراعی وجود دارد،

جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مناسب بودن محصول براساس ویژگی‌های محلی، آب و هوا و شرایط خاک در سطح پیکسل و

ترکیب اطلاعات موجود در سه مرحله قبل و تولید نقشه پراکنش برای محصول مورد نظر.

اولین نقشه SPAM در سال ۲۰۰۰ تهیه و جهت استفاده عموم محققان در دسترس قرار گرفت. در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ دومین و سومین نسخه این نقشه‌ها در سطح جهان تولید و قابل استفاده شدند. در SPAM برای ۲۰ محصول زراعی نقشه موجود است. این گیاهان عبارتند از: گندم (*Triticum aestivum*)، برنج (*Oryza sativa*)، ذرت (*Zea mays*)، جو (*Hordeum vulgare*)، ارزن (*Panicum miliaceum*)، ذرت خوشه‌ای (*Sorghum bicolor*)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*)، سیب‌زمینی شیرین (*Ipomoea batatas*)، موز (*Musa sapientum*)، سویا (*Glycine max*)، حبوبات، نیشکر (*Saccharum officinarum*)، چغندر قند (*Beta vulgaris*)، پنبه (*Gossypium herbaceum*)، سایر الیاف، و سایر محصولات زراعی روغنی می‌باشند که همگی از سایت (http://mapspam.info) قابل دانلود و استفاده می‌باشند (You et al., 2014). از معایب این نقشه‌ها می‌توان به عدم کاربرد برای مقیاس کوچک (در سطح استان یا شهرستان) اشاره نمود. همچنین

1- International Food Policy Institute

2- Spatial Production Allocation Model

نقشه‌های SPAM برای تمامی محصولات زراعی و باغبانی تهیه نشده‌اند (Wood-Sichra et al., 2016).

در SPAM نقشه‌هایی برای برخی از محصولات کشاورزی ایران نیز موجود است که مبتنی بر داده‌های استانی تولید شده‌اند (https://www.mapspam.info/data/). از آنجایی که این نقشه‌ها به طور عمده با هدف انجام مطالعات در سطح جهانی تولید شده‌اند، برای استفاده در مقیاس کوچک‌تر از سطح کشور (مانند سطح استان یا شهرستانی) از دقت بالایی برخوردار نیستند.

در طرح تحلیل امنیت غذایی کشور تا ۲۰۵۰ که با همکاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در حال اجرا است، برای آنالیز تولید محصولات مختلف کشاورزی نیاز به اطلاعات نحوه پراکنش اراضی محصولات مختلف در سطح کشور و استان‌ها بود. در این طرح، مهم‌ترین نیاز به این نقشه‌ها برای شناسایی ایستگاه‌های هواشناسی و نوع خاک در محدوده ایستگاه، برای هر گیاه در شرایط دیم و آبی در استان‌های کشور است. باید توجه داشت که تعیین ایستگاه‌های هواشناسی گیاه هدف در هر استان و تحلیل نتایج نهایی در تحلیل امنیت غذایی در سطح استان، باید نقشه پراکنش آن گیاه در مقیاس پایین‌تر از استان (مانند سطح شهرستان) وجود داشته باشد. بنابراین، این مطالعه با هدف تولید نقشه‌های پراکنش اراضی برای همه محصولات کشاورزی در ایران (زراعی و باغی) در سطح شهرستانی، انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای تولید نقشه پراکنش اراضی یک گیاه خاص، به نقشه پراکنش کل اراضی کشور به تفکیک اراضی زراعی آبی، دیم و اراضی باغبانی نیاز بود. این نقشه‌ها از وزارت کشاورزی تهیه شدند (شکل ۱). لازم به ذکر است که نقشه پراکنش اراضی به تفکیک محصولات کشاورزی در کشور وجود ندارد، بلکه این نقشه‌ها به صورت پلی‌گونی برای تمامی اراضی آبی و دیم در کشور موجود می‌باشند. این نقشه‌ها با عنوان "نقشه پراکنش اراضی آبی" و یا "نقشه پراکنش اراضی دیم" و یا "نقشه پراکنش اراضی باغبانی" مشخص شده‌اند.

برای تولید نقشه پراکنش یک گیاه، به نقشه رستری پراکنش با دقت پنج دقیقه (به عبارت دیگر، دقت هر پیکسل ۰/۰۸۳۳ درجه که در این حالت ابعاد پیکسل در حدود ۹/۵ ×۹/۵ کیلومتر می‌شود) نیاز بود، به‌طوری که ارزش همه پیکسل‌های آن یکسان و برابر یک باشند[1]. لازم به ذکر است که در صورت وجود اطلاعات کافی[2]، هر چه دقت این نقشه رستری بالاتر باشد، در نهایت نقشه پراکنش ایجاد شده برای گیاه مورد نظر، با دقت بالاتری تولید خواهد شد. با توجه به اینکه گیاه مورد نظر چه نوعی است (دیم یا آبی، زراعی یا باغبانی) از هر یک از نقشه‌های پراکنش اراضی آبی، دیم و باغبانی استفاده شد. در فضای نرم‌افزار ArcGIS از تقسیم این نقشه‌ها به خودشان، نقشه رستری پراکنش دارای پیکسل‌های با ارزش یک، حاصل شد. از این به بعد این نقشه‌ها با عنوان "نقشه رستری با ارزش یک زراعی آبی"، "نقشه رستری با ارزش یک زراعی دیم" و "نقشه رستری با ارزش یک باغبانی" مشخص شده‌اند.

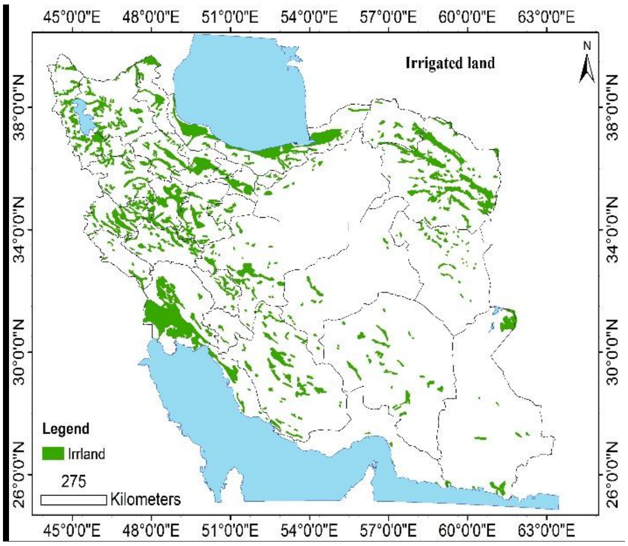
اطلاعات سطح زیر کشت در سطح شهرستان، یکی دیگر از اطلاعات لازم برای تولید نقشه پراکنش اراضی به تفکیک محصولات کشاورزی بود. لازم به ذکر است که هر چه این اطلاعات در سطح تقسیم‌بندی کوچک‌تری در اختیار باشد (مانند سطح زیرکشت محصولات در سطح بخش‌ها به جای شهرستان)، می‌توان نقشه پراکنش اراضی به تفکیک محصولات کشاورزی را با دقت بالاتری تولید کرد. در کشور، کوچک‌ترین مقیاس برای ثبت آمار سطح زیرکشت محصولات مختلف، شهرستان می‌باشد که این اطلاعات از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تهیه شدند. این اطلاعات در نقشه پلی‌گونی مرز سیاسی شهرستان‌های کشور وارد شدند. به عبارتی دیگر، در این نقشه مشخص بود که در هر شهرستان، سطح زیرکشت هر محصول چقدر است. این اطلاعات شامل سطح زیرکشت همه گیاهان باغی و زراعی در شرایط دیم و آبی در سطح شهرستان (برای میانگین دوره زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ معادل سال میلادی ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ – سال برداشت) بودند که تعداد همه شهرستان‌های کشور که حداقل یکی از گیاهان در آن کشت می‌شود، بیش از ۴۰۰ می‌باشد. از این به بعد این نقشه با نام "نقشه شهرستانی" مشخص شده است.

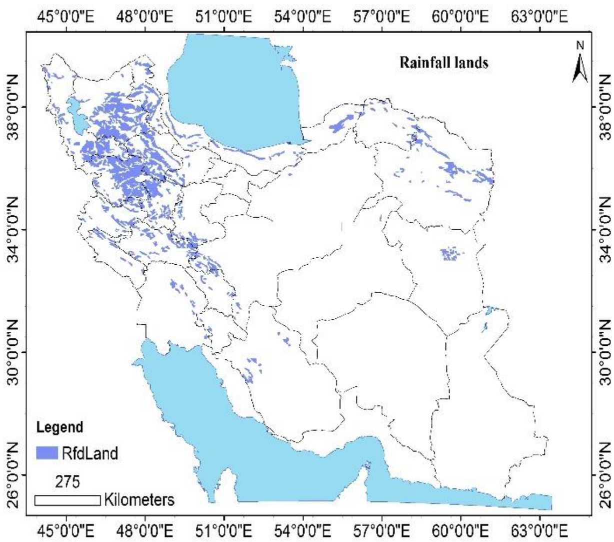
در اینجا روش تهیه نقشه پراکنش گیاهان مختلف در شرایط دیم و آبی با استفاده از یک مثال، یعنی گندم دیم، توضیح داده می‌شود.

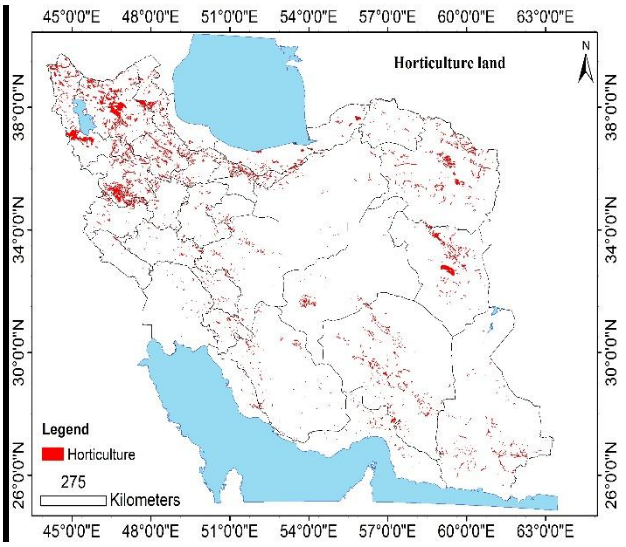
۱- تقسیم یک نقشه رستری با دقت پنج دقیقه در خودش در فضای نرم‌افزار ArcGIS، یکی از ساده‌ترین راه‌های تولید این نقشه می‌باشد.

۲- اطلاعات سطح اراضی زیرکشت برای هر محصول در سطح کوچک مانند سطح روستاها

برای تولید این نقشه، ابتدا در فضای ArcGIS، خروجی هـم‌پوشـانی نقشه رستری با ارزش یک پراکنش اراضی دیم با نقشـه شهرسـتانی، تولید شد که از این بـه بعـد ایـن نقشـه بـا نـام "نقشـه هـم‌پوشـانی پراکنش" مشخص می‌شود. نقشه هم‌پوشانی پراکنش نشان مـی‌دهـد که اراضی دیم در سطح هر شهرستان چگونه توزیع شده‌اند.







شکل ۱- نقشه پراکنش اراضی آبی، دیم باغبانی در کشور تهیه شده از وزارت کشاورزی

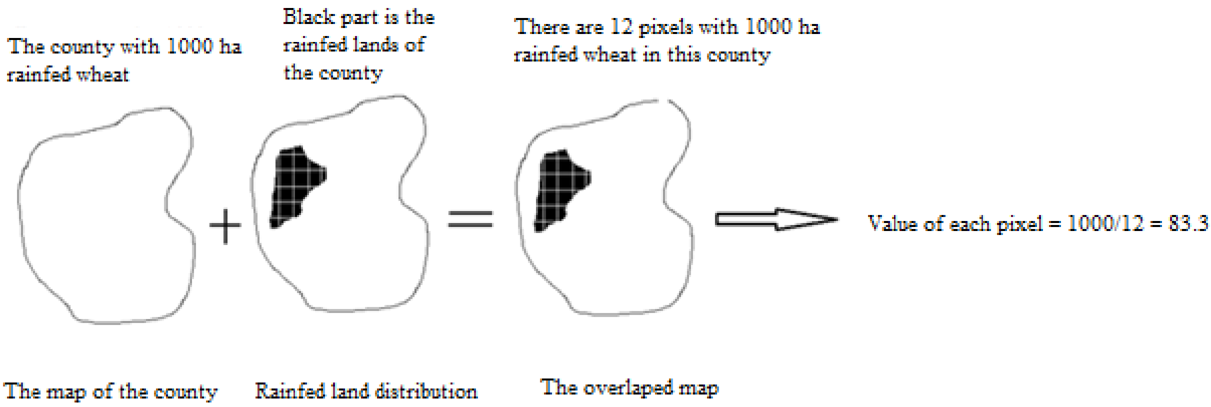
Fig. 1- Irrigated, rainfed, and horticultural lands distribution maps in the country prepared by the Ministry of Agriculture

RfdLand: اراضی زراعی دیم؛ IrrLand: اراضی زراعی آبی؛ Horticulture: اراضی باغی

RfdLand" Rainfed crop lands; IrrLand: Irrigated crop lands; Horticultur: Horticultral lands

در مرحلـه بعـد بایـد در نقشـه هـم‌پوشـانی پـراکنش، ارزش پیکسل‌های موجود در هر شهرستان مشخص می‌شدند. تفاوت موجود برای تولید نقشه‌های پراکنش در مطالعه حاضر نسبت بـه نقشـه‌هـای SPAM در همین بخش اشت. برای این کار ابتـدا تعـداد پیکسـل‌هـا دارای اراضی دیم در هر شهرستان در این نقشه شمارش شدند. سپس سطح زیر کشت گندم دیم موجود در هر شهرستان بر تعداد پیکسل‌ها شمارش شده در همان شهرستان تقسیم شدند. عدد به دست آمـده در هر شهرستان به‌عنوان ارزش پیکسل در آن شهرستان در نظـر گرفتـه شد. در شکل ۲ روند انجام این کار به‌صورت شماتیک ارایه شده است. در نقشه‌های SPAM، تولید نقشه پراکنش اراضی محصولات مختلف

در هر کشور بر مبنای مدلی است که امکان تولید محصول مورد نظر در هر پیکسل بر اساس روش ارایه شده توسط فائو (FAO, 1981) مبتنی بر ارتفاع، دما و بارندگی محل را محاسبه می‌کند (You & Wood, 2004). همچنین در نقشه‌های SPAM مؤسسه IFPRI، برای کشورهایی که نقشه پراکنش کل اراضی کشاورزی در دسترس بوده، از آن‌ها برای تولید نقشه‌های پراکنش گیاهان مختلف استفاده شده است. در نقشه‌های خروجی برای محصولات ایران در پروژه SPAM، با توجه به نوع پراکنش اراضی برای محصولات مختلف برای ایران، مشخص است که برای آن‌ها از نقشه پراکنش اراضی کشاورزی موجود برای کشور استفاده نشده است.



شکل ۲- شکل شماتیک نحوه تولید نقشه پراکنش و ارزشگذاری پیکسل‌ها در هر شهرستان

Fig. 2- A schematic diagram of how to generate a distribution map and calculate pixels value in each county

فرضیات مورد نظر در تولید نقشه‌های پراکنش به تفکیک هر گیاه در شرایط دیم و آبی عبارتند از:

در تولید نقشه‌های پراکنش هر گیاه یک‌ساله، فرض شده است که در داخل هر شهرستان توزیع اراضی آن محصول مانند توزیع پراکنش اراضی دیم و آبی است. باید توجه داشت که اگر صرفاً توزیع اراضی یک محصول فقط در یک سال زراعی خاص در نظر گرفته شود، این فرضیه نادرست است. امّا با توجه به وجود تناوب زراعی، هر سال نحوه توزیع اراضی یک محصول در یک شهرستان، تغییر می‌کند. در صورتی که پراکنش اراضی یک گیاه خاص در یک شهرستان در یک دوره زمانی سه ساله و یا بیشتر مد نظر قرار گیرد، در این دوره زمانی احتمال اینکه هر بخش از اراضی شهرستان حداقل یک بار به زیرکشت آن گیاه برود، بالاتر خواهد بود. چون در مطالعه حاضر از اطلاعات دوره زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ استفاده شده است، بنابراین فرض شده در طول این دوره زمانی، توزیع اراضی یک گیاه خاص در شرایط دیم و آبی مشابه توزیع اراضی دیم و آبی موجود در آن شهرستان باشد.

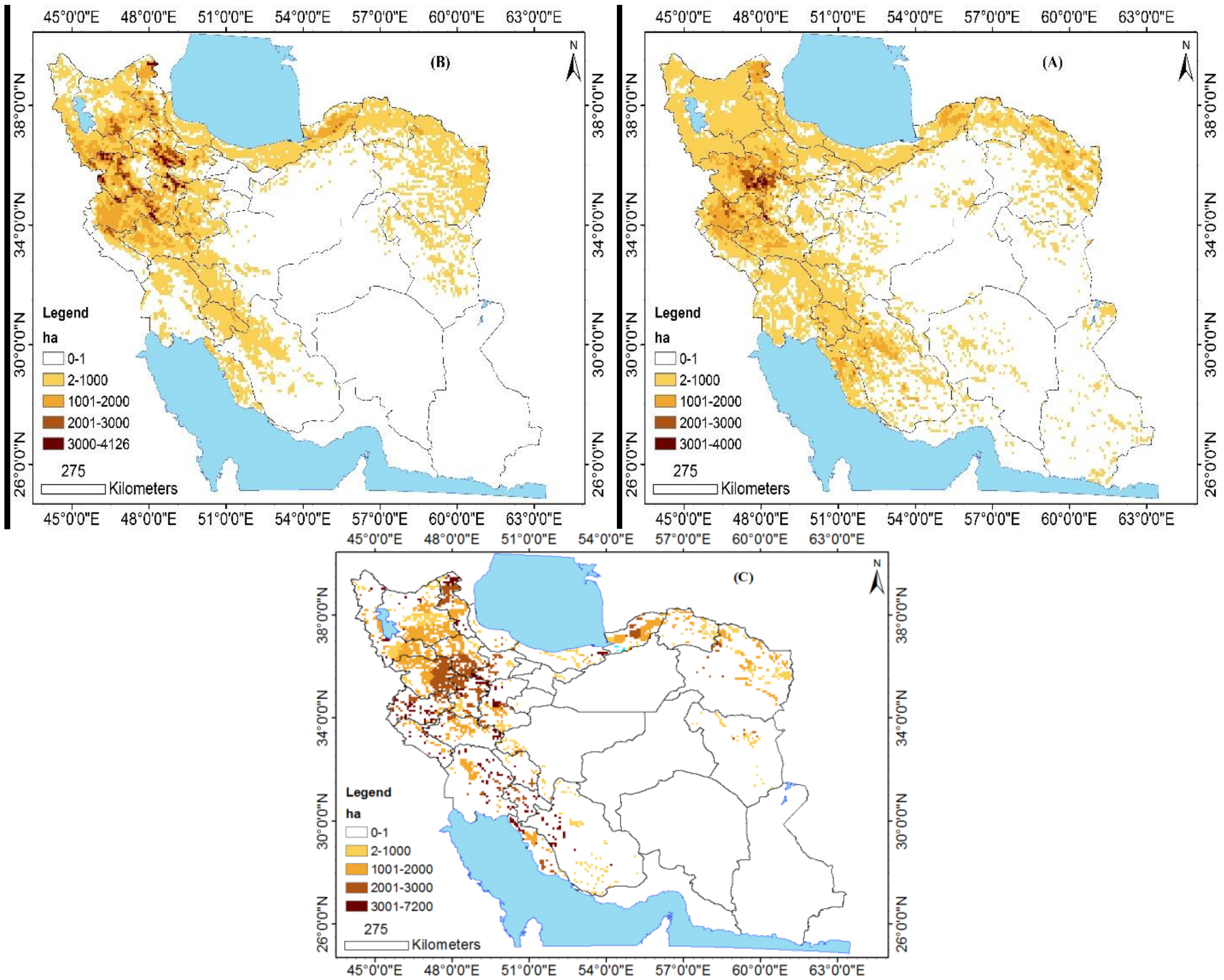
در مورد محصولات باغبانی که چندساله هستند، فرض شده است که باغات گیاهان مختلف به‌صورت موزاییکی در اراضی باغبانی آن شهرستان پخش شده‌اند. بنابراین، نحوه توزیع یک محصول باغبانی خاص در یک شهرستان نیز مشابه نحوه توزیع پراکنش اراضی باغبانی در آن شهرستان در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

برای بررسی دقت نقشه‌های ارایه شده توسط SPAM و نقشه تولید شده در مطالعه حاضر، نقشه پراکنش اراضی گندم دیم در کشور مورد بررسی قرار گرفت. در شکل ۳ نحوه توزیع اراضی گندم دیم بر اساس نتایج موجود در سایت MapSPAM برای نسخه ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ نشان داده شده است. همچنین در این شکل نقشه پراکنش اراضی گندم دیم تولید شده در مطالعه حاضر نیز ارایه شده است. در نقشه ارایه شده توسط SPAM برای هر دو نسخه ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰، بیشتر مناطق شمالی، غربی و شمال غرب کشور تحت پوشش گندم دیم نشان داده شده است. این در حالی است که در این نواحی از کشور علاوه‌بر زمین‌های زراعی، مناطق کوهستانی، جنگل‌ها و مراتع نیز وجود دارند. بررسی نقشه پراکنش مراتع کشور نیز گواه بر این ادعا است که بسیاری از مناطقی که در نقشه‌های SPAM به‌عنوان اراضی

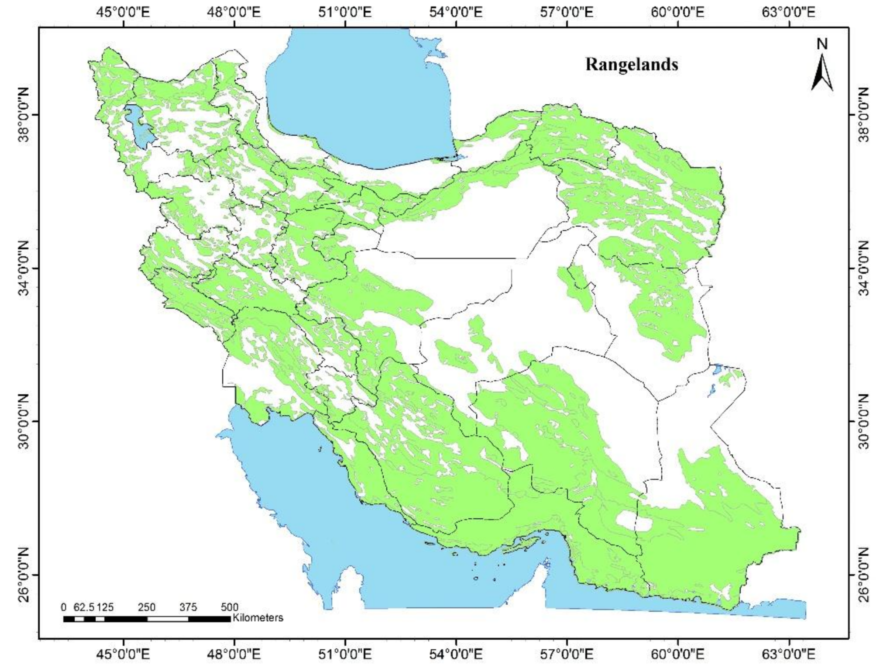
گندم دیم نشان داده شده‌اند، کاربری کشاورزی ندارند و عمدتاً مرتع می‌باشند (شکل ۴). این در حالی است که در نقشه تولید شده در مطالعه حاضر برای پراکنش اراضی گندم دیم، این مشکل برطرف شده است و اراضی گندم دیم در مناطق محدودتری متمرکز شده‌اند (شکل ۳).

مقایسه سطح زیرکشت محصولات به تفکیک استان‌ها، دومین معیاری بود که برای ارزیابی دقت نقشه پراکنش ارایه شده در سایت MapSPAM و نقشه تولید شده در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور، سطح زیرکشت استانی اراضی گندم دیم از نقشه‌های پراکنش SPAM (نسخه‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰) و همچنین برای نقشه تولید شده در مطالعه حاضر استخراج شدند. مقادیر استانی سطح زیرکشت گندم دیم استخراج شده از این نقشه‌ها با مقادیر گزارش شده در آمارنامه کشاورزی برای متوسط دوره زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶، مقایسه شدند (شکل ۵). نتایج نشان داد که مقادیر استانی موجود در نقشه SPAM نسخه ۲۰۰۵ از دقت پایینی برخوردار بود. دقت مقادیر سطح زیرکشت استانی در نسخه SPAM ۲۰۱۰ نسبت به نسخه ۲۰۰۵ بهتر بود. امّا بالاترین دقت سطح زیرکشت اراضی گندم دیم استانی در نقشه تولید شده در مطالعه حاضر مشاهده شد (شکل ۵).



شکل ۳- پراکنش اراضی گندم دیم در ایران (A) بر اساس SPAM2005، (B) بر اساس SPAM2010 (https://www.mapspam.info/data/) و (C) نقشه تهیه شده در مطالعه حاضر

Fig. 3- Rainfed wheat spatial distribution map in the country based on (A) SPAM2005, (B) SPAM2010 (https://www.mapspam.info/data/), and (C) generated in the current study



شکل ٤- نحوه توزیع مراتع کشور تهیه شده در وزارت کشاورزی

Fig. 4- Rangelands spatial distribution map in the country prepared by the Ministry of Agriculture

بررسی نحوه توزیع و میزان سطح زیرکشت اراضی گندم دیم نشان داد که نقشه تولید شده در مطالعه حاضر نسبت به نقشه‌های ارایه شده برای این گیاه در ایران توسط MapSPAM از دقت بالاتری برخوردار بود. برای تولید نقشه‌های SPAM نسخه ۲۰۰۵ از اطلاعات سطح زیرکشت دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ (۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ میلادی) و برای نسخه ۲۰۱۰ از اطلاعات سطح زیرکشت دوره زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ (۲۰۱۰ تا ۲۰۱۲ میلادی) استفاده شده است. برای تولید نقشه‌های پراکنش در مطالعه حاضر از اطلاعات به‌روزتر برای دوره زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ (۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ میلادی) استفاده شد. همین موضوع می‌تواند دلیل اصلی دقت بالاتر سطح اراضی استانی محصولات در نقشه مطالعه حاضر نسبت به نقشه‌های SPAM باشد. همچنین در نقشه تولید شده در مطالعه حاضر برای برآورد نحوه پراکنش اراضی محصولات از نقشه‌های کاربری موجود درکشور استفاده شده است. همین موضوع باعث کاهش خطا در برآورد نحوه پراکنش اراضی محصولات در نقشه ارایه شده در مطالعه حاضر شد. دلیل دیگر این است که در مطالعه حاضر از اطلاعات سطح زیرکشت در سطح شهرستان استفاده شد، این در حالی است که در SPAM از اطلاعات سطح استانی استفاده شده است. در سطح کشور بیش از ۴۰۰ شهرستان وجود دارد. در مقابل تنها ۳۱ استان در کشور وجود دارد. با کوچک‌تر شدن مقیاس جمع‌آوری اطلاعات سطح زیرکشت، امکان تولید نقشه‌های پراکنش با دقت بالاتر فراهم می‌شود (Joglekar et al., 2019). بنابراین، به‌طور خلاصه دلایلی که می‌توان بر مبنای آن ها ادعا کرد نقشه پراکنش تولید شده برای محصولات در مطالعه حاضر از دقت بالاتری نسبت به نقشه‌های SPAM برخوردار هستند، عبارتند از:

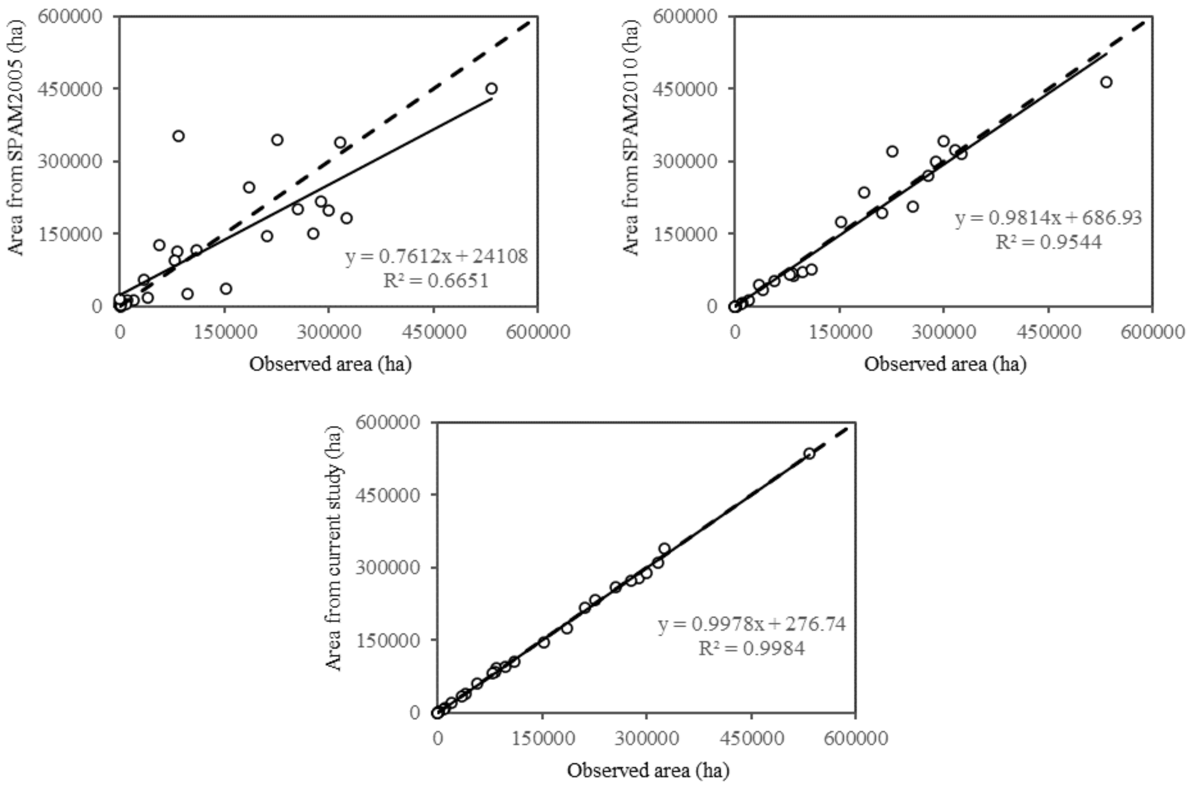
به‌روزتر بودن اطلاعات سطح زیرکشت مورد استفاده برای تولید نقشه‌ها در مطالعه حاضر

استفاده از داده سطح زیرکشت با مقیاس کوچک‌تر (در سطح شهرستان)

توجه به کاربری کنونی اراضی کشور در تولید نقشه‌های پراکنش در مطالعه حاضر

در این مطالعه، سطح زیرکشت واقع در محدوده ایستگاه‌های هواشناسی مرجع گندم دیم[1] در ایران با کمک نقشه‌های SPAM نسخه‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰، همچنین با کمک نقشه پراکنش گندم دیم تولید شده، تخمین زده شدند.

۱- ایستگاه‌های هواشناسی مرجع به‌روش GYGA (Global Yield Gap Analysis) و با به کارگیری نقشه‌های پراکنش گیاهان و نقشه‌های پهنه‌های اقلیمی تعیین شدند. برای مطالعه بیشتر به عالی مقام (Alimagham, 2018) و یا به لینک سایت GYGA مراجعه شود (http://www.yieldgap.org/).



شکل ۵- مساحت سطح زیرکشت گندم دیم استان‌ها (هر نقطه نشان‌دهنده یک استان) حاصل از نقشه SPAM2005، SPAM2010 و مطالعه حاضر در مقابل متوسط سطح زیرکشت هر استان در دوره زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶

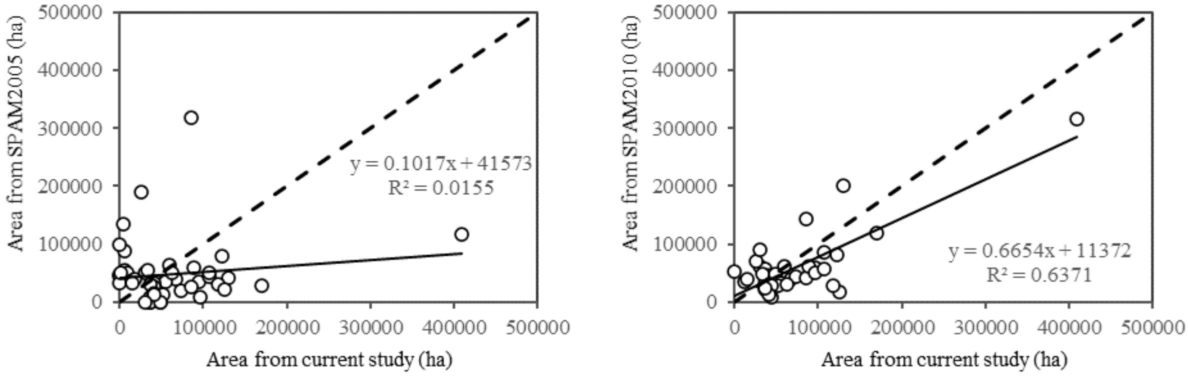
Fig. 5- Area of rainfed wheat of the provinces (each point indicates a province) from SPAM2005, SPAM2010 and the current study versus the average crop area of each province for the period from 2013 to 2017

خط‌چین نشان‌دهنده نمودار یک به یک و خط نشان‌دهنده رابطه رگرسیونی بین دو متغیر.

The dashed line shows a one-to-one function, and the line indicates the regression relationship between the two variables.

سپس نمودار یک به یک مقادیر به‌دست آمده توسط نقشه‌های SPAM با مقادیر حاصل از نقشه تولید شده، رسم شدند (شکل ۶). این مقایسه نیز نشان داد که نقشه SPAM2010 نسبت به SPAM2005 از دقت بالاتری برخوردار بود. هر چند که دقت هر دو نسخه نقشه SPAM از نقشه‌های تولید شده در این مطالعه پایین‌تر است، امّا توزیع نقاط در نزدیکی خط یک به یک برای نسخه ۲۰۱۰ نقشه SPAM حاکی از آن بود که دقت این نقشه قابل قبول است (شکل‌های ۵ و ۶).

در مطالعه حاضر، اگر چه دقت نقشه‌های تهیه شده از دقت نقشه‌های SPAM، به‌ویژه نسخه ۲۰۰۵، بهتر بود، ولی باید گفت که نقشه‌های SPAM نیز دقت لازم برای مطالعات در سطح بزرگ (کشور و بالاتر) برخوردارند. دقت قابل قبول نقشه‌های تولید شده SPAM برای پراکنش محصولات مختلف در کشورهای مختلف از قبیل برزیل (Yoy & Wood, 2004) و قاره افریقا (You & Wood, 2006) نشان داده شده است. دقت اطلاعات این نقشه‌ها و عوامل تأثیرگذار بر آن در کشورهای برزیل، چین، اتیوپی، فرانسه، هند، اندونزی، نیجریه، ترکیه و امریکا مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج این بررسی‌ها، هر چه اطلاعات مورد استفاده در تولید نقشه‌های SPAM از مقیاس کوچک‌تری تهیه شوند، دقت نقشه‌های SPAM بیشتر خواهد بود (Joglekar et al., 2019). به‌عنوان نمونه، برای پیش‌بینی عملکرد گندم در استرالیا از نقشه‌های پراکنش تولید شده SPAM بهره گرفته شده است (Cai et al., 2019). همچنین در کشور چین برای بررسی تولید محصولات کشاورزی در ارتباط با امکان افزایش سطح زیرکشت از نقشه‌های پراکنش SPAM استفاده شده است (Yu et al., 2017).



شکل ٦- مساحت سطح زیرکشت گندم دیم در محدوده ایستگاه‌های مرجع برای گندم دیم بر حاصل از نقشه SPAM2005، SPAM2010 در مقابل مقادیر حاصل از نقشه تولید شده در مطالعه حاضر

Fig. 6- Rainfed wheat area into the buffer of the reference weather stations for rainfed wheat based on SPAM2005 and SPAM2010 map versus the same value obtained from the map produced in the current study

خطچین نشان‌دهنده نمودار یک به یک و خط نشان‌دهنده رابطه رگرسیونی بین دو متغیر.

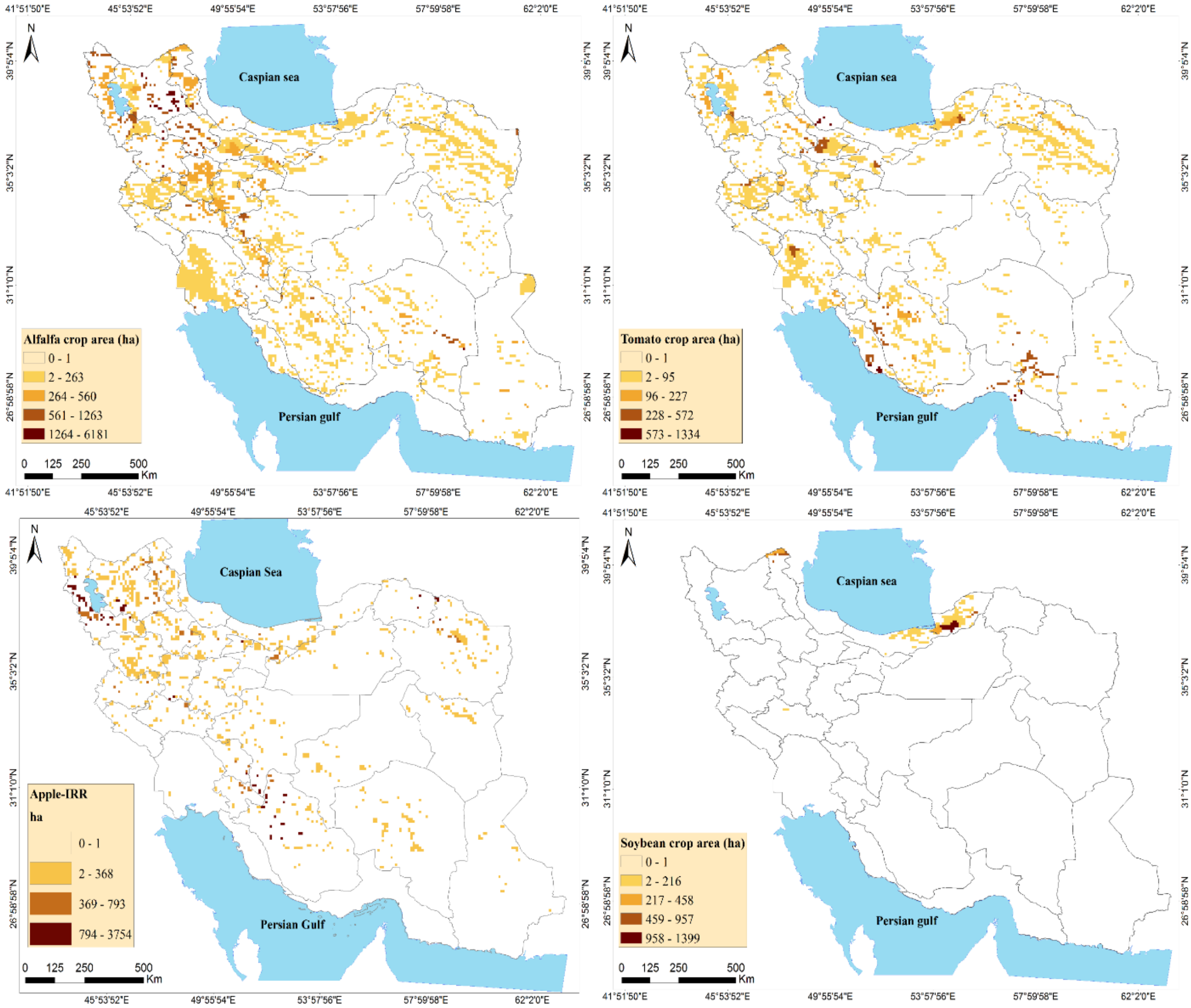
The dashed line shows a one-to-one function, and the line indicates the regression relationship between the two variables.

در پروژه اطلس خلأ عملکرد محصولات کشاورزی (پروژه GYGA[1] برای برآورد خلأ محصولات کشاورزی در سطح کشوری از نقشه‌های SPAM بهره گرفته شده است (http://www.yieldgap.org/).

هر چند که دقت نقشه‌های SPAM نسخه ۲۰۱۰ در سطح کشوری قابل قبول است، امّا در SPAM، نقشه پراکنش برای همه گیاهان کشور موجود نیست. در طرح تحلیل امنیت غذایی کشور، نیاز به دسترسی به نقشه پراکنش همه گیاهان زراعی و باغی کشور بود. بنابراین، با استفاده از روش ارایه شده در مطالعه حاضر نقشه پراکنش همه گیاهان کشاورزی در کشور با دقت بالاتری نسبت به نقشه‌های SPAM، تولید شدند. این نقشه‌ها برای گیاهان زراعی (یونجه (*Medicago sativa*)، جو، لوبیا (*Phaseolus vulgaris*)، کلزا (*Brassica napus*)، نخود (*Cicer arietinum*)، ذرت، پنبه، عدس (*Lens culinaris*)، برنج، کنجد (*Sesamum indicum*)، سویا، سیب‌زمینی، نیشکر، چغندرقند، آفتابگردان (*Helianthus annuus*)، گندم) و باغبانی (بادام (*Prunus dulcis*)، زردآلو (*Prunus armeniaca*)، خرما (*Phoenix dactylifera*)، خیار (*Cucumis sativus*)، انجیر (*Ficus carica*)، انگور (*vitis vinifera*)، انار (*Punica granatum*)، پرتقال (*Citrus sinensis*)، پیاز (*Allium cepa*)، هلو (*Prunus Persica*)، پسته (*Pistacia vera*)، گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، هندوانه (*Citrullus lanatus*)، گردو(*Juglans regia*)) در ضمیمه همین گزارش ارایه شده‌اند. به‌عنوان نمونه در شکل ۷، نقشه پراکنش اراضی آبی زیرکشت برای چهار گیاه سیب، گوجه‌فرنگی، یونجه و سویا در کشور نشان داده شده است.

باتوجه به ارتباط تنگاتنگی که بین مدیریت کشاورزی و نحوه توزیع و پراکنش اراضی زیرکشت محصولات کشاورزی وجود دارد، بدون در نظر گرفتن الگوی کشت و پراکنش جغرافیایی سطح زیرکشت و نوع محصولات کشاورزی، امکان مدیریت بهینه محصولات کشاورزی وجود نخواهد داشت. برای بسیاری از مطالعات و برنامه‌ریزی‌ها، داشتن نقشه‌های پراکنش گیاهان یک ضرورت است. آنالیز خلأ عملکرد و بسیاری از تحقیقات در زمینه مدل‌سازی، تعیین الگوهای کشت، اتخاذ تصمیمات مدیریتی در سطح ملی نیازمند آگاهی از نحوه توزیع اراضی زیرکشت برای محصول مورد نظر می‌باشد. نقشه‌های کاربری اراضی که نمایانگر شرایط فعلی و توزیع جغرافیایی نحوه استفاده انسان از زمین است در فعالیت‌هایی مانند کشاورزی، جنگل‌داری، مرتع‌داری و همچنین در پروژه‌های مربوط به مدلسازی رشد و عملکرد گیاهان زراعی نقش اساسی ایفا می‌کنند (Wood-Sichra et al., 2016).

1- Global *Yield Gap* Atlas



شکل ۷- نقشه پراکنش اراضی تولید شده برای چهار محصول یونجه، گوجه فرنگی، سیب و سویا در کشور

Fig. 7- Generated spatial distribution map in the country for alfalfa, tomato, apple, and soybean

نتیجه‌گیری

نقشه‌های پراکنش سطح زیرکشت گیاهان برای مطالعات مختلف از جمله در حوزه امنیت غذایی ضروری هستند. منبع اصلی این نقشه‌ها در سطح دنیا، پروژه SPAM مؤسسه IFPRI می‌باشد. امّا، نقشه‌های این مؤسسه به‌دلیل آنکه در مقیاس استانی تهیه شده‌اند، در سطح کشوری و بالاتر از دقت خوبی برخوردارند، ولی در سطح کوچک‌تر دارای دقت کمتر هستند. از طرف دیگر، پروژه SPAM فاقد نقشه پراکنش برای بسیاری از گیاهان از جمله گیاهان باغبانی است. در مطالعه حاضر، نقشه‌های پراکنش ۳۳ گیاه مهم کشاورزی شامل یونجه، جو، لوبیا، کلزا، نخود، شبدر، ذرت، پنبه، عدس، ذرت علوفه‌ای، برنج، کنجد، سویا، سیب‌زمینی، نیشکر، چغندرقند، آفتابگردان، گندم، بادام، زردآلود، خرما، خیار، انجیر، خربزه، انگور، انار، پرتغال، پیاز، هلو، پسته، گوجه‌فرنگی، هندوانه به تفکیک شرایط دیم و آبی تهیه شدند. نقشه‌های تهیه شده در این مطالعه می‌توانند در مطالعات مختلفی به‌کار گرفته شوند. یکی از کاربردهای آن شناسایی و انتخاب ایستگاه‌های هواشناسی و نوع خاک در مطالعات شبیه‌سازی برای هر یک از گیاهان در سطح کشور است، به‌طوری‌که برآوردهای نماینده حاصل شود.

مقایسات نشان داد که نقشه‌های تولید شده در این مطالعه در مقایسه با نقشه‌های SPAM مؤسسه IFPRI برای کشور، از دقت بالاتری برخوردارند. مزایای نقشه‌های تولید شده در مطالعه حاضر

نسبت به نقشه‌های SPAM به شرح زیر می‌باشند:

به‌روزتر بودن اطلاعات سطح زیرکشت مورد استفاده بـرای تولیـد نقشه‌ها در مطالعه حاضر

استفاده از داده سطح زیرکشت بـا مقیـاس کوچـک‌تـر (در سـطح شهرستان)

توجه به کاربری کنونی اراضی مختص کشور در تولید نقشه‌هـای پراکنش در مطالعه حاضر

امکان تولید نقشه پراکنش برای همه گیاهان موجود در کشور بـر مبنای روش ارایه شده در مطالعه حاضر

لازم به ذکر اسـت کـه علاقمنـدان بـرای تهیـه نقشـه رسـتری گیاه‌های مختلف حاصل شده در این مطالعه، می‌توانند بـا نویسـندگان مکاتبه داشته باشند.

سپاسگزاری

این مطالعه بخشی از یـک پـروژه مشـترک بـین دانشـگاه علـوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشـاورزی مـی‌باشـد. نویسـندگان از همکـاری و پشـتیبانی سـازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کمال تشکر را دارند.

References

Alimagham, S.M. (2018). Determination of desired plant traits for wheat and chickpea under current and future climates of Iran. Ph.D. Thesis, *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural, Iran*. (In Persian with English Summary)

Cai, Y., Guan, K., Lobell, D., Potgieter, A.B., Wang, S., Peng, J., Xu, T., Asseng, S., Zhang, Y., You, L., & Peng, B. (2019). Integrating satellite and climate data to predict wheat yield in Australia using machine learning approaches. *Agricultural and Forest Meteorology*, *274*, 144-159. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.03.010

FAO. (1981). Report of the agro-ecological zones project. World Soil Resources Report 48(1-4). Rome: FAO.

Hertel, T. (2011). The global supply and demand for land in 2050: A perfect storm? *American Journal of Agricultural Economics*, *93*(2), 259‑275. https://doi.org/10.1093/ajae/aaq189

http://mapspam.info/

http://www.yieldgap.org/

https://www.mapspam.info/data/

Joglekar, A.K., Wood-Sichra, U., & Pardey, P.G. (2019). Pixelating crop production: Consequences of methodological choices. *PloS One*, *14*(2), 1-16. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212281

Liu, J., You, L., Amini, M., Obersteiner, M., Herrero, M., Zehnder, A., & Yang, H. (2010). A high-resolution assessment of global nitrogen flows in cropland. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*, 8035‑8040. http://doi.org/10.1073/pnas.0913658107

Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P., & Naylor, R.L. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, *319*(5863), 607–610. https://doi.org/10.1371/10.1126/science.1152339

Mobasheri, M.R., Rezaei, Y., & Valadan Zoej, M.J. (2007). A method in extracting vegetation quality parameters using hyperion images, with application to precision farming. *World Applied Sciences Journal*, *2*(5), 476-483.

Nelson, E., Wood, S., Koo, J., & Polasky, S. (2011). Provisioning and regulatory ecosystem service values in agriculture. In: P. Kareiva, H. Tallis, T. Ricketts, G. Daily, and S. Polasky (Eds.). Natural Capital: Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services. *Oxford University Press, Oxford*, pp. 150‑167 (Chapter 9).

Nelson, G.C. (2002). Introduction to the special issue on spatial analysis for agricultural economists. *Agricultural Economics*, *27*(3),197-200. https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2002.tb00116.x

Nelson, G.C., Rosegrant, M., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgoz, S., Zhu, T., Sulser, T., Ringler, C., Msangi, S., & You, L. (2010). Food Security, Farming, and Climate Change to 2050. IFPRI Research Monograph. International Food Policy Research Institute (IFPRI), *Washington, USA*. http://dx.doi.org/10.2499/9780896291867

Robinson, T.P., Thornton P.K., Franceschini, G., Kruska, R.L., Chiozza, F., Notenbaert, A., Cecchi, G., Herrero, M., Epprecht, M., Fritz, S., You, L., Conchedda, G., & See, L. (2011). Global livestock production systems. Rome, Food

and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Livestock Research Institute (ILRI), 152.

Wood-Sichra, U., Joglekar, A.B., & You, L. (2016). Spatial Production Allocation Model (SPAM) 2005: Technical Documentation. HarvestChoice Working Paper. Washington, D.C.: HarvestChoice, International Food Policy Research Institute (IFPRI).

You, L., & Wood, S. (2004). Assessing the spatial distribution of crop production using a cross-entropy method. Intl Food Policy Res Inst.

You, L., & Wood, S. (2006). An entropy approach to spatial disaggregation of agricultural production. *Agricultural Systems*, *90*(1-3), 329-347. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.01.008

You, L., Wood, S., Wood-Sichra, U., & Wu, W. (2014). Generating global crop distribution maps: From census to grid. *Agricultural Systems. 127*, 53-60. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.01.002

Yu, Q., Wu, W., You, L., Zhu, T., Van Vliet, J., Verburg, P.H., Liu, Z., Li, Z., Yang, P., Zhou, Q., & Tang, H. (2017). Assessing the harvested area gap in China. *Agricultural Systems*, *153,* 212-220. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.003

Ziari, K. (2002). Urban land use planning (Case study: Minab). *Geographical Research, 17*, 63-78. (In Persian with English Summary)